

Instrucciones de uso

Analizador de corrosión



Fabricado en Suiza.

... más de 50 años de tecnología que usted podrá apreciar!

Proceq Europe
Ringstrasse 2
CH-8603 Schwerzenbach
Teléfono: +41 -43-355 38 00
Fax: +41 -43-355 38 12
info-europe@proceq.com

Proceq UK Ltd.
Bedford i-lab, Priory Business Park
Stannard Way
Bedford MK44 3RZ
Reino Unido
Teléfono +44-12-3483-4515
info-uk@proceq.com

Proceq USA, Inc.
117 Corporation Drive
Aliquippa, PA 15001
Teléfono: +1-724-512-0330
Fax: +1-724-512-0331
info-usa@proceq.com

Proceq Asia Pte Ltd
12 New Industrial Road
#02-02A Morningstar Centre
Singapore 536202
Teléfono: +65-6382-3966
Fax: +65 -6382-3307
info-asia@proceq.com

Proceq Rus LLC
Ul.Optikov 4
korp.2, lit. A, Office 412
197374 St. Petersburg
Rusia
Teléfono/Fax: + 7 812 448 35 00
info-russia@proceq.com

Proceq Middle East
P. O. Box 8365, SAIF Zone,
Sharjah, Emiratos Árabes Unidos
Teléfono: +971-6-557-85050
Fax +971-6-557-8606
info-middleeast@proceq.com

Proceq SAO Ltd.
South American Operations
Alameda Jaú, 1905, cj 54
Jardim Paulista, São Paulo
Brasil Cep. 01420-007
Teléfono: +55 11 3083 38 89
info-southamerica@proceq.com

Proceq China
Unit B, 19th Floor
Five Continent International Mansion, No. 807
Zhao Jia Bang Road
Shanghai 200032
Teléfono: +86 21-63177479
Fax: +86 21 63175015
info-china@proceq.com

www.proceq.com
Sujeto a modificaciones sin previo aviso.

Número de pieza: 820 33 002 S

Índice

1 Seguridad y responsabilidad legal

1.1 Información general

Este manual contiene información importante sobre medidas de seguridad, utilización y mantenimiento del dispositivo Canin⁺. Lea el manual detenidamente antes de usar el dispositivo por primera vez. Guarde esta documentación en un lugar seguro para consultarla en un futuro.

1.2 Responsabilidad legal

En todos los casos, se aplicarán nuestras “Condiciones generales de venta y entrega”. No se estimarán las reclamaciones de garantía y responsabilidad legal por lesiones personales o daños a la propiedad si se deben a una o varias de las siguientes causas:

- Utilización del dispositivo para otro fin distinto al indicado, como se describe en este manual.
- Realización incorrecta de las tareas de verificación del funcionamiento y el mantenimiento del instrumento y sus componentes.
- Incumplimiento de las secciones del manual relativas a la verificación del funcionamiento, el manejo y el mantenimiento del instrumento y sus componentes.
- Modificaciones no autorizadas en el instrumento y sus componentes.
- Graves daños a consecuencia de cuerpos extraños, accidentes, vandalismo o fuerza mayor.

Toda la información contenida en este documento se presenta de buena fe y en el convencimiento de su corrección. Proceq SA no ofrece ninguna garantía y excluye toda responsabilidad sobre la integridad y/o precisión de la información.

1.3 Instrucciones de seguridad

No se permite el uso del equipo por parte de niños o personas que se encuentren bajo la influencia del alcohol, drogas o medicamentos. Cualquier persona que no esté familiarizada con este manual deberá contar con la supervisión de otra persona a la hora de usar el equipo.

- Realice el mantenimiento estipulado de forma adecuada y en el momento correcto.
- Tras finalizar las tareas de mantenimiento, realice una comprobación del funcionamiento.
- Preste atención al uso y la eliminación correctos de la solución de sulfato de cobre y el material de limpieza.

1.4 Símbolos utilizados en las instrucciones de uso



¡Peligro!: Este símbolo indica un riesgo de lesión grave o mortal si no se tienen en cuenta ciertas normas de comportamiento.



Nota: Este símbolo indica información importante.

1.5 Uso adecuado

- El instrumento solo se utilizará para determinar el potencial de corrosión de barras de hormigón o la resistencia eléctrica del hormigón.
- Solo reemplace los componentes defectuosos por piezas de repuesto originales de Proceq.
- Solo deben instalarse o conectarse accesorios al instrumento si han sido autorizados expresamente por Proceq. Si se conectan o instalan otros accesorios en el instrumento, Proceq no aceptará responsabilidad legal alguna y la garantía del producto quedará invalidada.

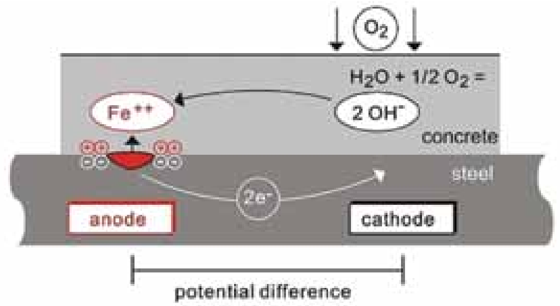
2 Tutorial

2.1 El principio de medición del potencial de media celda

En condiciones normales, el acero reforzado está protegido de la corrosión por una película delgada y pasiva de óxido de hierro hidratado.

Esta película pasiva se descompone debido a la reacción del hormigón con el dióxido de carbono de la atmósfera (CO_2, carbonatación), o por la penetración de sustancias agresivas para el acero, como los cloruros provenientes de la sal de deshielo o el agua salada.

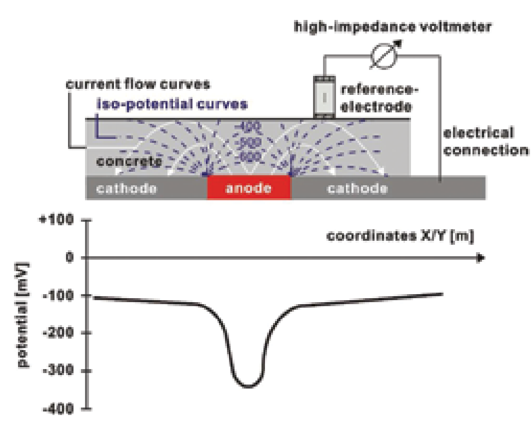
En el ánodo, los iones ferrosos (Fe++) se disuelven y los electrones se liberan. Estos electrones pasan al cátodo a través del acero y forman allí hidróxido (OH-) con el agua y el oxígeno que suele haber. Este principio crea una diferencia de potencial que se puede medir con el método de media celda.



Principle of steel corrosion in concrete with oxygen availability

La idea básica de la medición de campo del potencial consiste en medir los potenciales en la superficie del hormigón para lograr una imagen característica del estado de la corrosión de la superficie de acero dentro del hormigón. Con este fin, hay un electrodo de referencia conectado mediante un voltímetro de alta impedancia (en el caso del sistema Canin+, R = 10 MΩ) al refuerzo de acero y que se mueve en una cuadrícula sobre la superficie de hormigón.

El electrodo de referencia del sistema Canin+ es una media celda Cu/$CuSO_4$. Consiste en una barra de cobre sumergida en una solución de sulfato de cobre que mantiene un potencial conocido y constante.



Las órdenes de magnitud típicas (con fines meramente informativos) para el potencial de media celda de acero en hormigón medido frente al electrodo de referencia Cu/CuSO4 se encuentran en el intervalo siguiente (RILEM TC 154-CEM):

- hormigón saturado de agua sin 02: de -1000 a -900 mV
- hormigón húmedo contaminado con cloruro: de -600 a -400 mV
- hormigón húmedo sin cloruro: de -200 a +100 mV
- hormigón húmedo carbonatado: de -400 a +100 mV
- hormigón seco carbonatado: de 0 a +200 mV
- hormigón seco no carbonatado: de 0 a +200 mV

2.2 Factores que influyen en la medición del potencial

Puesto que las condiciones de corrosión son las mismas (contenido de cloruro o carbonatación del hormigón en la superficie de acero), las principales influencias sobre los potenciales de media celda son:

La humedad

Véanse las figuras sobre el hormigón húmedo carbonatado y el hormigón seco carbonatado. La humedad tiene un gran efecto sobre el potencial medido y puede provocar más valores negativos.

La temperatura

Para medir el potencial, debe haber contacto entre la sonda de prueba y los electrólitos en el sistema de poros del hormigón. Por tanto, no se recomienda una medición por debajo del punto de congelación, ya que puede producir lecturas incorrectas.

Grosor de la cubierta de hormigón (medición con Profometer / Profoscope)

El potencial que se puede medir en la superficie se vuelve más positivo con una cubierta de hormigón mayor. Las variaciones en la cubierta de hormigón pueden causar desviaciones en las mediciones. Una cubierta de hormigón muy baja puede producir potenciales más negativos que indicarán niveles altos de corrosión. Por lo tanto, se recomienda realizar mediciones de la cubierta de hormigón junto con mediciones de media celda.

La resistividad eléctrica de la cubierta de hormigón (medición con la sonda Wenner)

Este tema se trata en detalle en el apartado 2.4.

El contenido de oxígeno en el refuerzo

Si la concentración de oxígeno baja y el valor de pH sube en la superficie de acero, su potencial se vuelve más negativo. En algunos casos de componentes de hormigón con un elevado nivel de saturación de agua, baja porosidad y/o una cubierta de hormigón muy alta y, por lo tanto, poco oxígeno, el potencial de la superficie de acero puede ser muy negativo, incluso si no hay ninguna corrosión activa. Sin comprobar el estado de corrosión actual, esto puede producir una mala interpretación de los datos del potencial.

La permeabilidad del aire del hormigón se puede comprobar con el dispositivo Torrent de Proceq.

2.3 Límites de aplicación de la técnica de medición del potencial

La medición de campo del potencial ofrece buenos resultados (incluso con una cuadrícula aproximada) para la corrosión inducida por cloruro. Este tipo de corrosión se caracteriza por la transformación de los surcos en hoyos. Esto afecta en gran medida al diámetro del refuerzo y, por lo tanto, a la capacidad de carga. La corrosión debida a la carbonatación se caracteriza por la formación de macroelementos más pequeños y solo es posible determinarla mediante una cuadrícula fina.

La corrosión del refuerzo de acero pretensado no se puede detectar si se encuentra dentro de un tubo de protección.

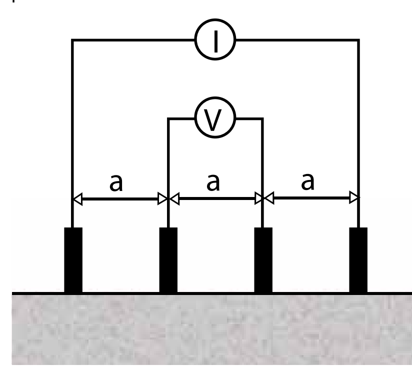
La sola medición de campo del potencial no ofrece conclusiones cuantitativas sobre el índice de corrosión. Los estudios empíricos han demostrado que existe una relación directa entre el índice de

corrosión y la resistividad eléctrica. Sin embargo, las lecturas del índice de corrosión tienen un valor limitado, ya que el índice de corrosión en las barras varía considerablemente con el tiempo. Es más fiable trabajar con lecturas de corrosión tomadas durante un período determinado.

2.4 El principio de medición de la resistividad eléctrica

Como hemos visto anteriormente, la corrosión es un proceso electroquímico. El flujo de iones entre las áreas anódica y catódica y, por consiguiente, el índice en el que se produce la corrosión se ven afectados por la resistividad del hormigón.

La sonda Wenner se utiliza para medir la resistividad eléctrica del hormigón. Se aplica una corriente a las dos sondas de prueba exteriores y se mide la diferencia del potencial entre las dos sondas de prueba interiores.



Resistividad $\rho = 2\pi aV/I$ [kΩcm]

Las pruebas empíricas han producido los valores de umbral siguientes (pueden utilizarse para determinar la probabilidad de corrosión).

Si $\rho \geq 12$ kΩcm	No es probable que exista corrosión.
Si $\rho = 8$ to 12 kΩcm	Es posible que exista corrosión.
Si $\rho \leq 8$ kΩcm	Es muy probable que exista corrosión.

La resistividad eléctrica de la capa de la cubierta de hormigón disminuye debido a:

- el aumento del contenido de agua en el hormigón,
- el aumento de la porosidad del hormigón,
- el aumento de la temperatura,
- el aumento del contenido de cloruro,
- la disminución de la profundidad de carbonatación.

Cuando la resistividad eléctrica del hormigón es baja, el índice de corrosión aumenta.

Cuando la resistividad eléctrica es alta, p. ej., en el caso del hormigón seco y carbonatado, el índice de corrosión disminuye.

2.5 Influencia de las barras en la medición de la resistividad eléctrica

La presencia de barras dificulta la medición de la resistividad eléctrica, ya que conducen la corriente mucho mejor que el hormigón que las rodea. Esto se da principalmente cuando el grosor de la cubierta es inferior a 30 mm. Para minimizar el efecto, ninguno de los electrodos debería colocarse sobre una barra a la hora de realizar la medición. De ser inevitable, colóquese en posición perpendicular a la barra.

2.6 Efecto de la resistividad eléctrica en la medición del potencial de media celda

La baja resistividad eléctrica causa potenciales más negativos que se pueden medir en la superficie, y los gradientes de potencial se vuelven más planos.

En este caso, la cuadrícula de medición de las mediciones del potencial será más aproximada, ya que el riesgo de áreas anódicas sin detectar con gradientes planos es menor. Sin embargo, como

se reduce la resolución entre las áreas corroídas y las pasivas, es posible que se sobrestime la superficie con corrosión activa.

La alta resistividad eléctrica produce potenciales más positivos que se pueden medir en la superficie, y los gradientes de potencial se vuelven más pronunciados.

En este caso, la cuadrícula de medición debe ser más fina, para que pueda localizar ánodos con gradientes muy pronunciados. Sin embargo, es posible que se malinterpreten más potenciales como áreas pasivas cuando solo se considere el valor absoluto del potencial.

3 Introducción



Nota: Si usa el dispositivo por primera vez, siga el tutorial o vea una demostración realizada por un representante autorizado de Proceq.

3.1 Preparación de los electrodos

Electrodo de barra - Antes de llenarlo, extraiga la tapa con el tapón de madera y sumérjala en agua durante aproximadamente una hora para que la madera se empape y se hinche.

Electrodo de rueda - El tapón de madera no debe extraerse. Sumerja la rueda en el pozo de agua antes de usarla para que el agua empape el tapón. Los aros de fieltro y el conector de los mismos deben saturarse de agua antes de la medición.

Sulfato de cobre (barra y rueda) - Prepare la solución saturada mezclando 40 unidades de peso de sulfato de cobre con 100 unidades de peso de agua destilada. Para garantizar que la solución permanezca saturada, añada una cucharadita de cristales de sulfato de cobre al electrodo.

El electrodo debe llenarse al máximo con una cantidad mínima de aire en el compartimiento. Esto garantiza que la solución está en contacto con el tapón de madera, incluso cuando se mide hacia arriba.



¡Precaución!: Al manipular sulfato de cobre, respete las instrucciones de seguridad detalladas en el embalaje.

3.2 Conexión del electrodo o la sonda de prueba al dispositivo indicador

Conecte el electrodo de media celda o la sonda Wenner al dispositivo como se muestra a continuación:



El electrodo de barra se conecta a INPUT A y necesita una conexión a tierra.

El electrodo de rueda se conecta a INPUT A; la medición de trayectoria se conecta a INPUT B.

También se necesita una conexión a tierra (véase 4.4).

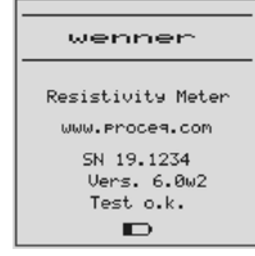
La sonda Wenner se conecta a la interfaz INTERFACE RS232C.

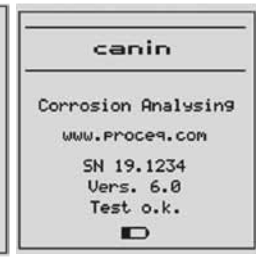
3.3 Encendido y selección del modo de funcionamiento correcto

Pulse la tecla de encendido / apagado para ponerlo en marcha.

El dispositivo indicador tiene dos modos de funcionamiento diferentes:

- Análisis de corrosión
- Resistivímetro eléctrico





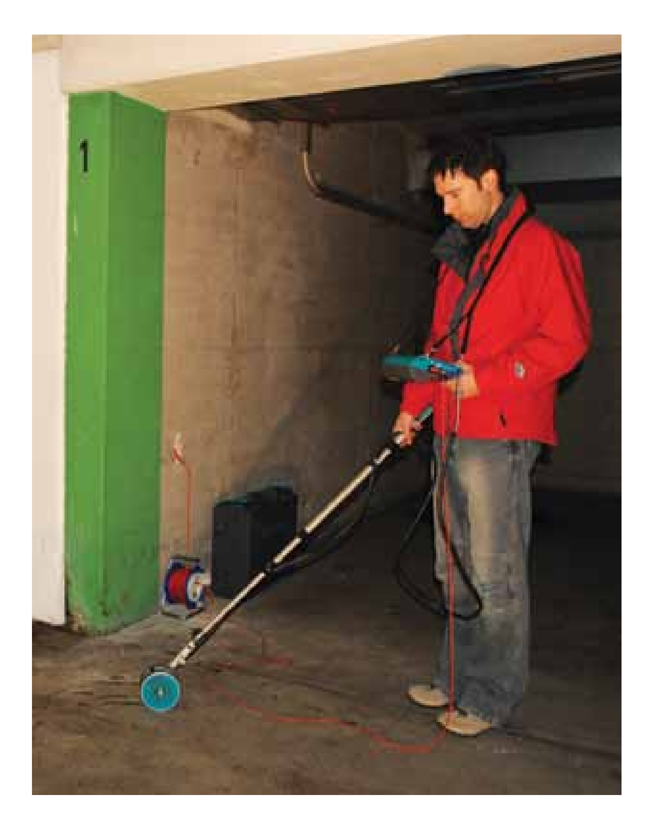
Se iniciará en el modo utilizado la última vez. Para las mediciones del potencial, el instrumento debe estar en el modo de análisis de la corrosión.

Pase de un modo a otro pulsando “MENU” (menú), coloque el cursor en “Wenner Probe” (sonda Wenner), pulse “START” (inicio), seleccione “OFF” (apagado) para el modo de análisis de la corrosión y “ON” (encendido) para el resistivímetro (véase 5.3). Pulse “MENU” (menú) o “END” (fin).

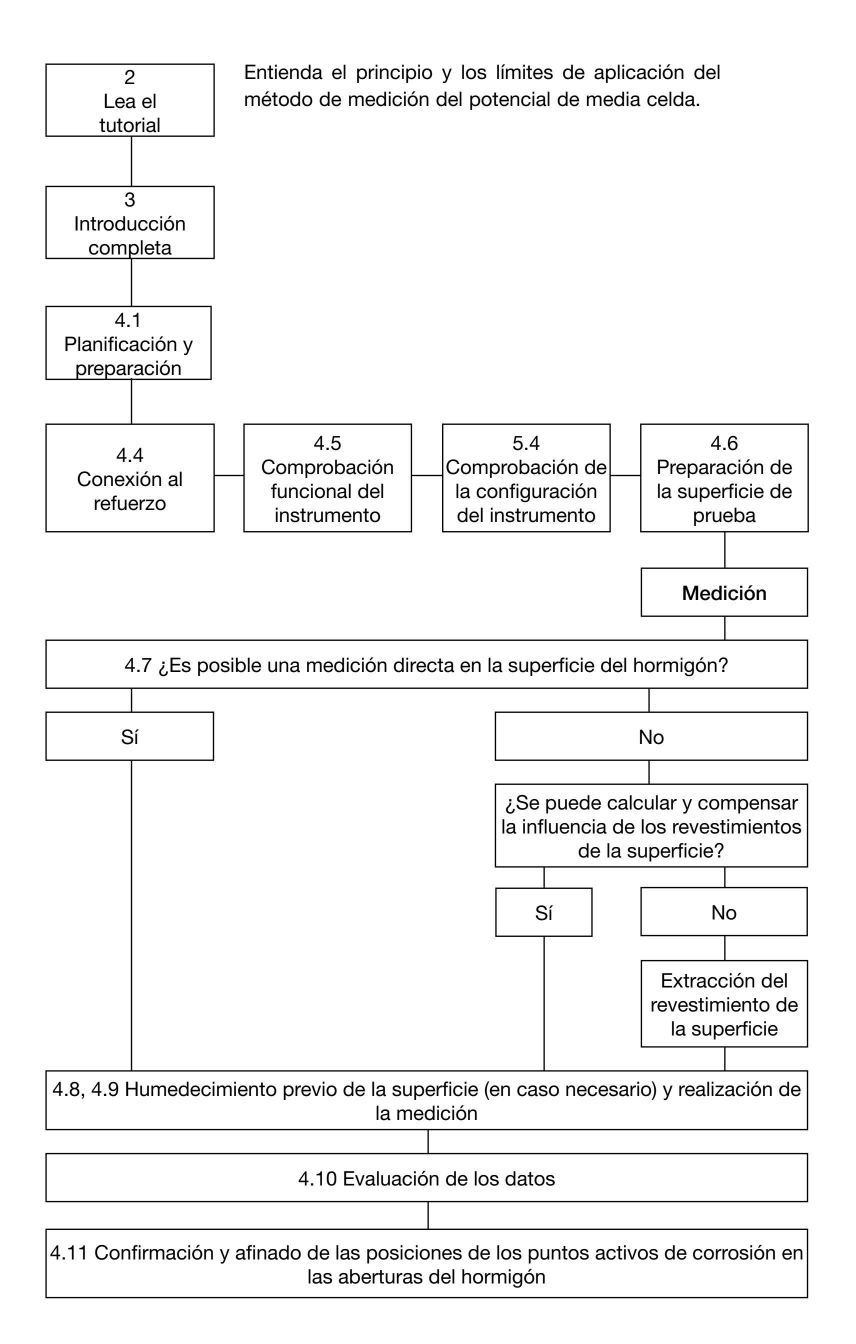
3.4 Comprobación funcional del equipo

Realice una comprobación funcional del equipo como se describe en los apartados 4.5 y 11.

¡Enhorabuena! Su Canin+ está completamente operativo, y ya puede iniciar sus mediciones.



4 Pruebas reales: mediciones del potencial



4.1 Planificación y preparación

En Canin+, los datos de medición se almacenan en archivos llamados “Objetos”. Con el fin de facilitar la evaluación, se recomienda acotar el emplazamiento y asignar varias secciones a “Objetos” concretos. Esto facilitará la evaluación en ProVista más adelante.

Con el fin de minimizar el esfuerzo necesario para la investigación, el emplazamiento puede dividirse en secciones sujetas a un desgaste similar mediante una inspección visual (p. ej., aparcamiento de varios pisos: zona de acceso, carril, aparcamientos, áreas con y sin grietas o zonas en las que evidentemente se forman charcos). A raíz de esta inspección, deben elegirse las subsecciones representativas en las que se llevan a cabo las mediciones de campo del potencial con el sistema Canin+.

4.2 Selección de la cuadrícula correcta

Un método consiste en utilizar una cuadrícula grande para un primer cálculo aproximado, p. ej., 0,50 x 0,50 m^2 hasta un máximo de 1,0 x 1,0 m^2 mediante la cuadrícula aproximada (véase 5.4).

Las áreas sospechosas se pueden investigar más a fondo mediante una cuadrícula fina (p. ej., 0,15 x 0,15 m^2), para identificar de la forma más precisa posible qué superficie necesitará un mantenimiento correctivo.

Los elementos verticales suelen necesitar una cuadrícula más pequeña (p. ej., 0,15 x 0,15 m^2). Lo mismo ocurre con los elementos delgados, para los que la cuadrícula quedará definida por la geometría (p. ej., peldaños, travesaños, juntas, etc.).

Para las grandes superficies horizontales (pisos de aparcamientos, puentes, etc.), una cuadrícula de 0,25 x 0,25 m^2 a 0,5 x 0,5 m^2 suele ser suficiente.

4.3 Elección del electrodo adecuado

El tipo de electrodo que se va a utilizar debe elegirse en función de la superficie que se vaya a analizar. Para áreas pequeñas o áreas de difícil acceso, se utilizará el electrodo de barra pequeño y ligero. Para las superficies horizontales, verticales o elevadas más accesibles, es mucho más rápido utilizar el electrodo de una rueda. Para las grandes superficies horizontales, se recomienda el electrodo de cuatro ruedas, ya que la medición automática resulta mucho más rápida en una cuadrícula predefinida.

4.4 Conexión al refuerzo

El cable de toma a tierra debe estar conectado al refuerzo de la superficie que se va a medir. Esto suele hacerse cincelando o perforando el refuerzo. En algunos casos, pueden utilizarse elementos constructivos existentes que estén conectados al refuerzo (p. ej., tuberías de agua, tomas de tierra). La conexión al refuerzo debe hacerse con la menor resistencia posible. Para ello, puede resultar útil afilar el refuerzo (p. ej., con una afiladora angular) y conectar el cable con las tenazas de soldar.

Debe comprobarse la continuidad de la conexión. Esto implica que al menos otro punto del refuerzo esté expuesto y que se compruebe la resistencia entre ambos con un ohmímetro. Las conexiones deben situarse lo más lejos posible en esquinas opuestas de la superficie que se esté analizando. La resistencia medida no debe superar la resistencia del cable utilizado en más de 1 Ω.

4.5 Comprobación funcional del instrumento

Antes de iniciar los pruebas reales, se recomienda una comprobación funcional (véase el apartado 11).

Además, las sondas de prueba deben proporcionar un valor estable próximo a cero (habitualmente E = ±20 mV) cuando se sostienen en el aire y el instrumento Canin+ está conectado a tierra.

También es buena idea realizar mediciones comparativas en áreas que están claramente dañadas frente a áreas que están claramente intactas (p. ej., la base de una columna con corrosión eviden-

te comparada con columnas a una altura aproximada de 1,5 m sin daños visibles). En este caso, también deben obtenerse valores estables, con lo cual los valores medidos en el área dañada serán significativamente más negativos que los valores del área intacta.

Si los resultados obtenidos resultan dudosos, es probable que haya un problema de contacto, p. ej., en la conexión al refuerzo o en la conexión entre la sonda de prueba y el instrumento Canin⁺, con la respectiva preparación inadecuada de la sonda (solución de sulfato de cobre). Además, es posible que una película de agua en la sonda de prueba o la extensión telescópica pueda crear una conexión eléctrica con la persona que esté realizando la medición. Esto puede afectar a los resultados. Estas fuentes de error se corrigen fácilmente, y la comprobación debe repetirse.

Compruebe la configuración del instrumento (véase 5.4).

4.6 Preparación de la superficie de prueba

Se recomienda marcar una cuadrícula en la superficie correspondiente a la cuadrícula que desee utilizar. Para las áreas pequeñas en las que las mediciones se realicen con el electrodo de barra, esto puede hacerse mediante una cinta o dibujando una cuadrícula sobre el elemento. Para las áreas más grandes, como los pisos de aparcamientos o puentes, se recomienda utilizar el electrodo de rueda. La medición de trayectoria integrada garantiza la cuadrícula correcta en la dirección de medición. Para garantizar que la cuadrícula entre trayectorias de medición paralelas sea correcta, se pueden dibujar marcas en la superficie. Tenga en cuenta que el electrodo de cuatro ruedas garantiza una cuadrícula paralela estable y necesita menos marcas en la superficie.

4.7 Comprobación para ver si se deben quitar los revestimientos

No es posible realizar una medición a través de un revestimiento de aislamiento eléctrico (p. ej., un revestimiento de resina epoxi, láminas impermeables o capas de asfalto).

Es posible realizar una medición a través de revestimientos delgados de dispersión, que se utilizan a menudo, p. ej., en las paredes y el techo de aparcamientos subterráneos, aunque pueden causar una pequeña variación en los potenciales.

Es necesario comprobar siempre si una medición puede realizarse a través de un revestimiento o no.

Para ello, los potenciales deben medirse en varias ubicaciones:

- primero, a través del revestimiento y
- después sin el revestimiento.

A ser posible, se recomienda elegir áreas con grandes variaciones de potencial. Si no hay ninguna alteración del potencial, o si la variación del potencial puede compensarse con una corrección (p. ej., $\Delta E = \pm 50$ mV), se puede realizar una medición directamente en el revestimiento. De lo contrario, el revestimiento deberá quitarse antes de realizar la medición.

4.8 Humedecimiento previo de la superficie de hormigón

El contacto entre la solución porosa del hormigón y la sonda de prueba puede verse impedido si la película exterior del hormigón está completamente seca, lo que aumenta en gran medida la resistividad eléctrica del hormigón.

Por lo tanto, se recomienda humedecer la superficie entre 10 y 20 minutos antes de llevar a cabo la medición.

Si no es posible, debe asegurarse de que la esponja del electrodo de barra o los aros de fieltro en el electrodo de rueda están suficientemente humedecidos. En este caso, al realizar la medición, la sonda de prueba debe sostenerse ante la superficie hasta que se consiga un valor final estable. Si la superficie está seca al iniciar la medición, deberá humedecerse con una esponja en la sonda de prueba de forma que inicialmente no haya un valor estable.

Esto puede hacerse únicamente con el electrodo de barra.

Con el electrodo de rueda y su medición automática continua, no se puede controlar si el valor medido es estable o no. Por lo tanto, se recomienda humedecer previamente la superficie y medir en intervalos de unos minutos.

4.9 Realización de la medición

Configure su instrumento como se describe en el apartado 5. Pulse el botón "END" (fin) para guardar la configuración e ir a la pantalla de medición.

4.9.1 Lectura de la pantalla de visualización

Pulse el botón "START" (inicio) para comenzar: aparecerá la página vacía.

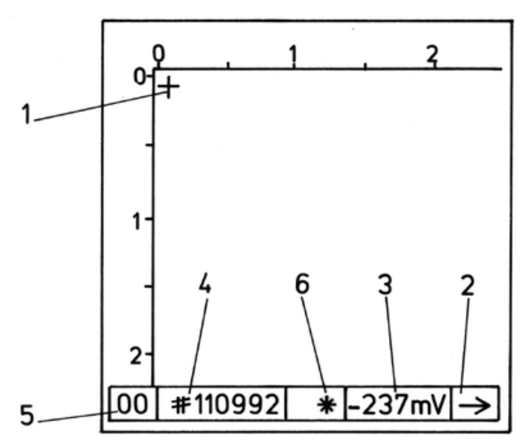


Fig. 4.1: Página con una cuadrícula de 150/150 mm.

Las coordenadas XY se muestran en metros. La pantalla tiene 16 x 15 puntos (240 puntos) para mostrar los valores medidos en una escala de grises. Esto constituye una "página". La cuadrícula XY ajustada a 150/150 mm, como se ve en este ejemplo, supone un área total de 2250 x 2100 mm.

En la memoria, pueden almacenarse un total de 980 páginas. El número de páginas disponibles para el uso se muestra en la esquina superior derecha de la pantalla de medición (fig. 5.1). (Por ejemplo, 491 P indica que aún hay 491 páginas disponibles.)

Esta es la única limitación para el número de páginas contenidas en un objeto.

1. – El cursor muestra la siguiente localización de la medición.
2. – La flecha muestra la dirección en la que se moverá el cursor. Se puede cambiar para que concuerde con la dirección de medición pulsando las teclas con flechas.
3. – El valor medido.
4. – El número de objeto.
5. – El valor en metros. P. ej., aparecerá un 10 si nos hemos desplazado 10 m en la dirección X.
6. – Indicaciones (se puede pasar de uno a otro pulsando "MENU" (menú) en la pantalla de medición:)

Indicador	Tipo de sonda de prueba	Indicación
r	Electrodo de barra	Cuadrícula XY
R	Electrodo de barra	Cuadrícula aproximada
*	Electrodo de rueda	Las mediciones se sobrescribirán automáticamente.
-	Electrodo de rueda	Las mediciones no se sobrescribirán.

4.9.2 Medición con el electrodo de barra

El cursor empieza en la esquina superior izquierda de la cuadrícula XY (fig. 4.1). Esto indica el lugar en el que se almacenará la primera medición, por lo que es importante realizar la primera medición en el punto correspondiente marcado en el hormigón.

> **Nota:** La primera medición no debe realizarse en la esquina superior izquierda. Antes de realizar cualquier medición, mueva el cursor por la pantalla con los botones ↑↓← → hasta alcanzar la posición deseada. Esto resulta especialmente útil si hay algún tipo de obstrucción en el objeto de prueba, lo que significa que la medición no puede realizarse en esa posición. Desplazando el cursor como se ha descrito, puede moverse por la cuadrícula para eliminar la obstrucción y continuar con la medición. Lo importante es que su posición en la pantalla coincida con la posición real en el hormigón.

- Humedezca con agua el tapón de caucho poroso del electrodo y presiónelo ligeramente contra el primer punto de medición. El valor medido se mostrará en mV en el centro de la pantalla. Una vez que se estabilice, un sonido indicará automáticamente el momento en el que se ha adquirido la medición (véase 5.4). En ese momento, desaparece el valor mV y aparece en la cuadrícula una indicación en escala de grises. El cursor se desplazará al siguiente punto que va a medirse.
- Tras la medición, se verá una trayectoria húmeda en el hormigón. De lo contrario, el tapón de caucho poroso deberá humedecerse nuevamente con agua.
- La forma más sencilla de proceder es realizar las mediciones como propone el instrumento, es decir, comenzar en la esquina superior izquierda y desplazarse por la fila en la dirección X de acuerdo con el ancho de la columna, p. ej., 150 mm entre los puntos de medición.
- Al llegar al final de una fila, debe indicarlo pulsando el botón ↓, y así el cursor saltará a la siguiente fila. La flecha de dirección (campo 2 en la figura 4.1) cambiará automáticamente de dirección y se convertirá en ←.
- Ahora puede proceder a medir en la dirección opuesta a lo largo de esta fila. Al llegar al final, es decir, cuando esté nuevamente en el eje Y, el cursor saltará automáticamente a la siguiente fila y la flecha de dirección cambiará nuevamente a →.
- Cuando llegue al final de la página, el cursor saltará automáticamente a la página siguiente.

> **Nota:** El instrumento también puede utilizarse para medir a lo largo del eje Y, es decir, hacia arriba y hacia abajo por las columnas. Esto es posible modificando la flecha de dirección y convirtiéndola en ↓ antes de comenzar. En este caso, debe indicarle al instrumento que ha llegado al final de una columna pulsando el botón →.

> **Nota:** El botón “PRINT” (imprimir) puede utilizarse para marcar una “X” en la pantalla en el lugar de un valor de medición. Esto es útil para marcar la posición de grietas, etc.

Al finalizar todas las mediciones necesarias en el hormigón, pulse el botón “END” (fin). Los valores medidos se almacenan automáticamente.

4.9.3 Medición con el electrodo de rueda

Como se describe en el apartado 4.9.2, empiece en la ubicación correspondiente a la esquina superior izquierda de la pantalla y muévase en la dirección indicada o modifíquela como corresponda.

- Pulse el botón “START” (inicio) para adquirir la primera lectura.
- A continuación, desplace el electrodo de rueda en la dirección Y, como se indica mediante la flecha de dirección (campo 2 en la figura 4.1). Las lecturas de medición pueden adquirirse automáticamente en la separación de filas preseleccionada.
- Al llegar al final de una columna, indíquelo pulsando el botón →, y el cursor saltará a la siguiente columna. La flecha de dirección cambiará de dirección automáticamente a ↑.
- A continuación, coloque la rueda físicamente a la derecha con separación de una columna y obtenga la primera medición pulsando el botón “START” (inicio). Efectúe la medición a lo largo del eje Y (arriba) como se indica mediante la flecha de dirección.
- Al llegar al final de la superficie de medición (el eje X), el cursor saltará automáticamente a la siguiente columna y la flecha de dirección pasará de nuevo a ↓.
- Después de cada cambio manual o automático en la flecha de dirección, se detiene la medición de trayectoria y la adquisición automática de la lectura del potencial.
- Estas interrupciones en el proceso de medición pueden aprovecharse para volver a llenar el compartimiento de agua. La medición automática comienza nuevamente cuando se pulsa el botón “START” (inicio).
- Durante estas pausas, el valor de medición se muestra en la fila de estado (campo 3 en la figura 4.1).
- La velocidad máxima de desplazamiento no debe superar el valor máximo de 1 m/s.
- No pueden realizarse mediciones a lo largo del eje X (los objetos pueden girarse más adelante con ProVista).

i **Nota:** La boquilla (1 mm de diámetro) viene insertada de serie. En las superficies secas, el aro de fieltro debería dejar un trazo claramente visible conforme se realiza la medición. En función del tipo de hormigón, puede ser necesario pasar a una boquilla de tamaño mayor (2 o 3 mm de diámetro).

i **Nota:** En las superficies secas y verticales, las mediciones deben realizarse hacia abajo, ya que de este modo se asegura un humedecimiento uniforme de la superficie.

4.9.4 Reapertura de un objeto

Puede volver a abrir un objeto, introducir las mediciones que faltan o sobrescribir las mediciones dudosas. Sin embargo, debe tener en cuenta los siguientes puntos.

Una vez que se ha cerrado un objeto y se ha abierto un objeto nuevo, ya no es posible añadir páginas al objeto abierto anteriormente.

Si ha calculado el tamaño del área asignada a un objeto (véase 4.1), es posible reservar el número de páginas que necesitará, en caso de que no sea capaz de completar la medición de una vez.

Una página se reserva una vez ha aparecido en pantalla. Para reservar las páginas necesarias solo debe desplazar el cursor a cada una de las páginas que necesitará. Para que resulte más sencillo, puede colocar una “X” (véase la nota en 4.9.2) en algún lugar de la página (pero no en la esquina superior izquierda).

De esta manera, el último objeto que se abrió puede volver a abrirse y ampliarse en cualquier momento.

4.9.5 Sobrescritura o eliminación de lecturas

Las lecturas existentes pueden sobrescribirse desplazando el cursor al punto adecuado y realizando una nueva lectura con el electrodo. Una vez que se haya registrado la lectura, el cursor se desplazará al siguiente punto de medición a lo largo del eje indicado por la flecha de dirección.

Para eliminar una lectura existente, desplace el cursor hasta el punto que desea eliminar y pulse "PRINT" (imprimir) durante dos segundos. Una vez que se haya eliminado la lectura, el cursor se desplazará al siguiente punto de medición a lo largo del eje indicado por la flecha de dirección.

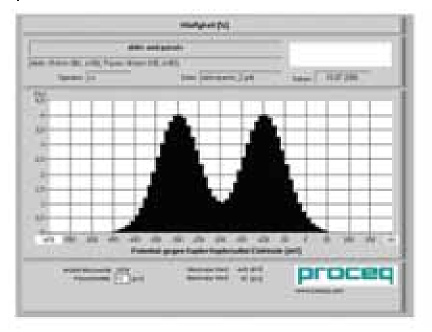
4.10 Evaluación

Son dos los criterios que deben tenerse en cuenta para la evaluación (esto es solo orientativo, ya que la evaluación real debe llevarla a cabo un ingeniero especializado en corrosión).

1. Puede aparecer una corrosión activa en ubicaciones en las que un potencial negativo esté rodeado de potenciales cada vez más positivos, es decir, ubicaciones con un gradiente de potencial positivo. Las diferencias de potencial, con un delta de aproximadamente +100 mV en una área de medición de 1 m, junto con potenciales negativos, son una indicación clara de corrosión activa.
2. Con el fin de planificar el mantenimiento correctivo, es necesario dibujar una línea de separación entre las áreas de corrosión activa (ánodos) y las áreas de corrosión pasiva (cátodos) en las superficies que muestren gradientes de potencial. Para hacerlo, es necesario establecer un potencial de umbral que defina la intersección entre los dos estados: ProVista tiene una función que lo facilita (lea el apartado 6 para obtener más información al respecto).

4.10.1 Ejemplo de distribución típica

Si la superficie analizada tiene tanto barras con corrosión activa como barras pasivas, los dos estados mostrarán distribuciones estadísticas de potencial distintas. En las representaciones gráficas que proporciona ProVista, hay normalmente tres secciones características (fig. 4.2). Un aplanamiento de la sección muestra que en estos intervalos de valores hay menos datos disponibles, es decir, que los límites de distribución se encuentran aquí.



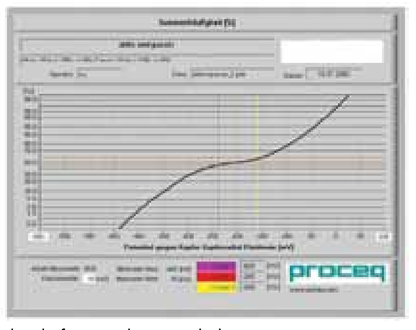


Fig. 4.2: Ejemplo de un cuadro de frecuencia relativa y un cuadro de frecuencia acumulada.

Los intervalos de potenciales de corrosión activa y pasividad se solapan.

El cursor rojo (situado más a la izquierda) es igual al mínimo de la distribución pasiva.

El cursor amarillo (situado más a la derecha) es igual al máximo de la distribución activa.

Es prácticamente seguro que hay corrosión activa en la sección izquierda recta (más negativa). Una vez establecidas estas líneas de cursor, las superficies en este intervalo de potenciales se mostrarán automáticamente en el color correspondiente en el gráfico de potenciales de CANIN ProVista.

En el ejemplo, la línea del cursor rojo marca este umbral. A continuación, se muestra un gráfico de potenciales típico de un ejemplo práctico.



La sección recta de la derecha se corresponde prácticamente con el refuerzo pasivo. Esto se muestra automáticamente en el gráfico de potenciales en verde.

En el intervalo de solapamiento, la corrosión activa y las áreas de pasividad pueden estar presentes con los mismos valores de potencial. Las áreas con valores de potencial se muestran automáticamente en amarillo en el gráfico de potenciales. En este intervalo de solapamiento, se da por hecho de que no es posible emitir un juicio definitivo sobre el estado de la corrosión y de que las subsecciones solo pueden evaluarse mediante investigaciones de mayor envergadura.

4.11 Confirmación y afinado de la posición de los puntos activos

Una vez se hayan evaluado los potenciales, se recomienda realizar aberturas en el hormigón para verificar el potencial de umbral. Antes de realizar las aberturas, se recomienda localizar la posición exacta de las barras de refuerzo mediante un localizador de barras (p. ej., el Profometer o el Profoscope de Proceq). Además, se recomienda una medición fina con el electrodo de barra y una cuadrícula pequeña para determinar el punto activo efectivo (mínimo de potencial local).

5 Configuración general

5.1 Retroiluminación

La pantalla cuenta con una retroiluminación que puede encenderse o apagarse pulsando el botón “END” (fin) durante más de dos segundos cuando se muestra la pantalla de medición. Cuando la retroiluminación está encendida, se muestra un asterisco en la esquina superior derecha.

5.2 Navegación por los menús

Los diagramas en las figuras 5.1 y 5.2 muestran la estructura de menús para configurar el equipo para la medición del potencial y la medición de la resistividad eléctrica respectivamente. Al iniciar, se muestra la pantalla de medición. Pulse “MENU” (menú) para acceder al menú principal del modo seleccionado.

Para todos los menús seleccionados: utilice las teclas ↑ ↓ y ← → para seleccionar los elementos del menú y modificar la configuración.

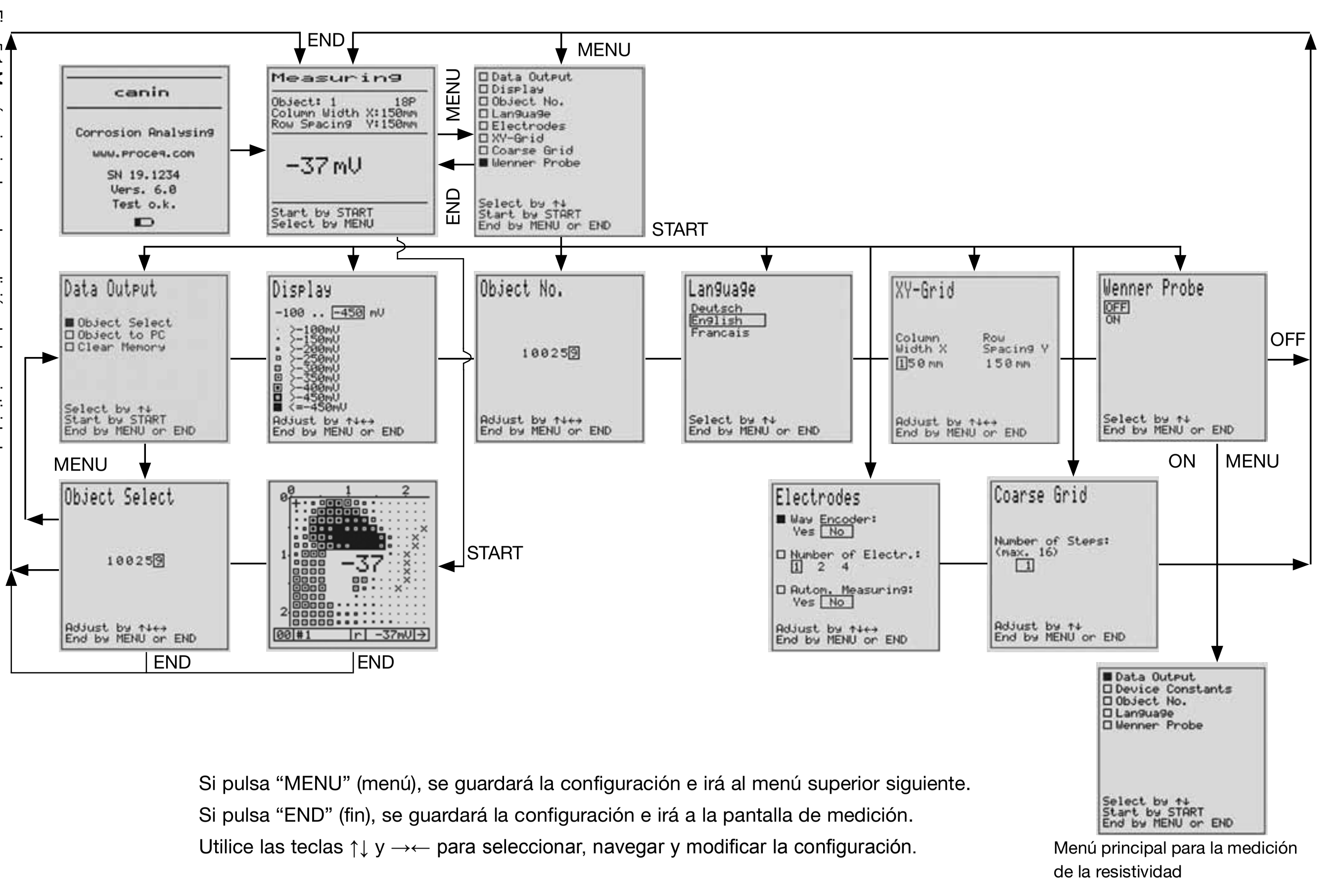
- Si la opción “START” (inicio) figura en la parte inferior de la pantalla, al pulsarla irá al elemento de menú seleccionado.
- Si pulsa “MENU” (menú), se guardará la configuración y regresará al menú principal.
- Si pulsa “END” (fin), se guardará la configuración e irá a la pantalla de medición.

5.3 Selección del modo de funcionamiento

Sonda Wenner: este elemento de menú pasa de un modo de funcionamiento a otro.

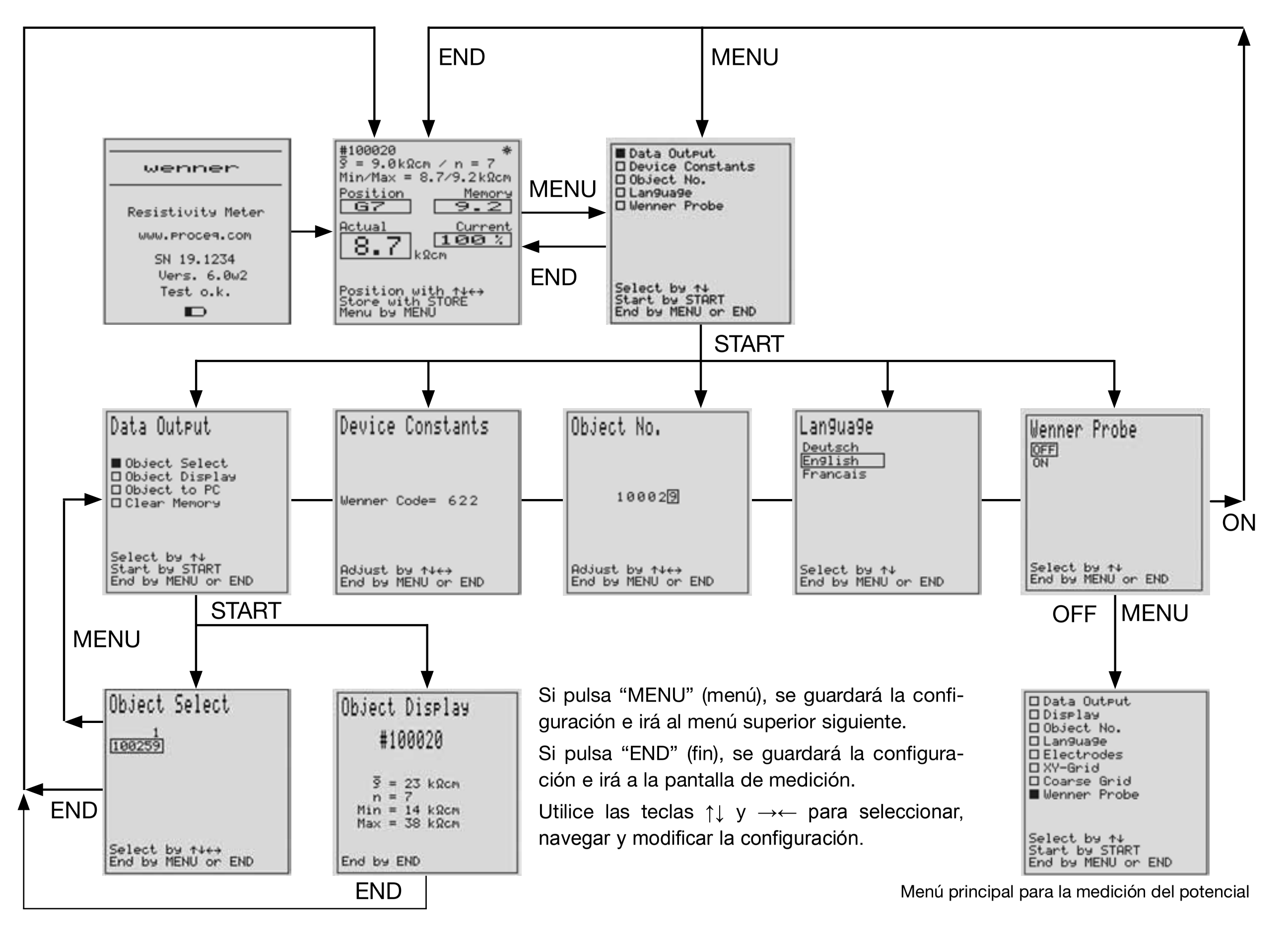
Para la medición del potencial, se encuentra apagado.

Para la medición de la resistividad, se encuentra encendido.



Si pulsa “MENU” (menú), se guardará la configuración e irá al menú superior siguiente.
Si pulsa “END” (fin), se guardará la configuración e irá a la pantalla de medición.
Utilice las teclas ↑↓ y →← para seleccionar, navegar y modificar la configuración.

Fig. 5.1 Menú principal para la medición de la resistividad



Si pulsa “MENU” (menú), se guardará la configuración e irá al menú superior siguiente.

Si pulsa “END” (fin), se guardará la configuración e irá a la pantalla de medición.

Utilice las teclas ↑↓ y →← para seleccionar, navegar y modificar la configuración.

Menú principal para la medición del potencial

Fig. 5.2 Menú principal para la medición del potencial

5.4 Configuración del instrumento para la medición del potencial (véase la figura 5.1)

Pantalla - Los valores determinan los valores de la escala de grises que se utilizarán en la pantalla. El intervalo total posible se sitúa entre +200 y -950 mV. Un ajuste de base óptimo se sitúa entre -0 y -350 mV.

Este intervalo puede ajustarse posteriormente en cualquier momento para que la pantalla se lea mejor. Esto no afecta a las mediciones realizadas, solo a su visualización.

N.º de objeto - Establezca el nombre del “archivo” en el que se almacenarán los datos de medición actuales.

> i **Nota:** El objeto n.º 1 es un objeto de demostración que consta de seis páginas de datos editables. Sin embargo, cuando el instrumento se apaga y se enciende, los valores originales se restablecen.

Idioma - El idioma es válido tanto para el modo de potencial como para el de resistividad.

Electrodos - Establezca “Yes” (sí) en el codificador de vía para el electrodo de rueda y “No” para el electrodo de barra. Seleccione el número de electrodos, normalmente 1 para el electrodo de barra y 1 o 4 para el electrodo de rueda.

La opción de medición automática es solo válida para el electrodo de barra. El electrodo de rueda mide siempre automáticamente.

> i **Nota:** Si se selecciona la medición automática, se adquirirán automáticamente los valores medidos inferiores a -50 mV, una vez que se haya estabilizado el valor. Si no se selecciona la medición automática, los valores deberán obtenerse pulsando el botón “START” (inicio). En ambos casos, los valores entre +200 y -50 mV deberán obtenerse pulsando el botón “START” (inicio).

Cuadrícula XY - Define la escala de la cuadrícula de medición.

> i **Nota:** Los valores de la cuadrícula XY solo pueden modificarse si se ha definido un nuevo “objeto”. Si un objeto ya contiene mediciones, ya no es posible cambiar la cuadrícula.

> i **Nota:** X e Y deben ser iguales si desea exportar los datos a ProVista.

Cuadrícula aproximada - Define el número de veces que la cuadrícula aproximada es mayor que la cuadrícula XY ya definida.

Ejemplo: cuando la distancia entre los puntos de medición en la cuadrícula XY se establece en 150 mm y el número de pasos en la cuadrícula aproximada se establece en 5, la distancia entre los puntos de medición en la cuadrícula aproximada es de 5 x 150 = 750 mm. Esto resulta útil para llevar a cabo un barrido inicial y pasar a una cuadrícula fina para la realización de investigaciones detalladas (véase 4.2).

> i **Nota:** Cuando se apaga el equipo, el número de pasos de la cuadrícula aproximada se restablece en 1.

Salida de datos - Se utiliza para borrar la memoria y volver a abrir los objetos para su visualización. La transferencia de datos a un PC se realiza mediante CANIN ProVista (véase 6.3).

“Clear Memory” (borrar memoria) borra todas las mediciones almacenadas en el modo activo. No es posible eliminar objetos individuales. Una vez confirmada, no es posible deshacer la acción. Los objetos del otro modo no se ven afectados.

5.5 Configuración del instrumento para la medición de la resistividad eléctrica (véase la figura 5.2)

La mayoría de las pantallas son idénticas al modo de potencial y se han explicado en el apartado correspondiente.

Constantes del dispositivo - Introduzca el código de 3 dígitos grabado en la sonda de resistividad (véase 11.4).

Salida de datos - Se utiliza para borrar la memoria y volver a abrir los objetos para su visualización en 5.4. En este modo, se utiliza también para exportar datos a un PC. Seleccione el objeto que desea exportar. Pulse el botón “END” (fin) para abrir la pantalla de medición en la que se visualizará la información principal de este objeto. Transfiera los datos al PC mediante Hyperterminal, como se describe en el apartado 8.

6 Software CANIN ProVista

El software CANIN ProVista permite la transferencia de datos, la presentación gráfica de los campos de potencial y el análisis estadístico de los datos de medición recogidos y almacenados en Canin+. Además, CANIN ProVista permite la derivación automática de un gráfico de potenciales para la sustitución de hormigón.

Estos gráficos pueden insertarse en un informe de evaluación y le sirven al ingeniero de corrosión como base de interpretación de sus resultados (junto con los resultados de pruebas no destructivas y destructivas, como la medición de la profundidad de la cubierta de hormigón, la profundidad de carbonatación, el perfil de cloruro, etc.).

Este programa no establece el estado de la estructura de hormigón (p. ej., la gravedad de la corrosión de las barras) y tampoco puede proponer medidas correctivas. El ingeniero debe poder interpretar todos los valores medidos para poder proponer las acciones necesarias.

Además, todos los gráficos pueden exportarse para su edición con programas específicos y, por consiguiente, pueden insertarse en los planos para la ejecución de reparaciones.

6.1 Instalación de CANIN ProVista

Localice el archivo “CaninInstallerx.xx.zip” en el USB suministrado. Descomprima el archivo y abra la carpeta “Volume” (volumen).



Localice el archivo “setup.exe” y haga clic en él.
Siga las instrucciones que verá en pantalla. Se instalará CANIN ProVista en su PC. Además, se creará un icono en el escritorio para ejecutar el programa.

6.2 Iniciar CANIN ProVista



CaninProVista

Haga clic en el icono del escritorio o en CaninProVista en el menú de inicio. “Inicio – Programas – CaninProVista”.

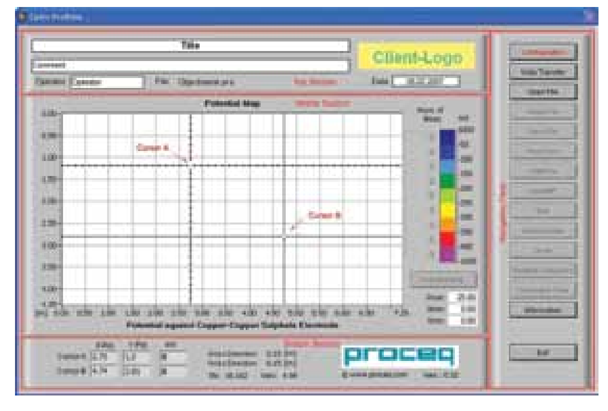


Fig. 6.1: Ventana principal de Canin ProVista

El usuario puede insertar el logotipo de su empresa mediante un mapa de bits con el nombre Logo.bmp en la carpeta de configuración del directorio de instalación CaninProVista.

El tamaño del mapa de bits tiene que ser de 210 x 50 píxeles. De ahí se copiará automáticamente a los gráficos.

El logotipo de Proceq no se puede modificar.

Hay cuatro secciones. La sección superior contiene la información de etiquetado, incluido el logotipo del usuario; la sección central es la representación gráfica de la medición; la sección inferior contiene información numérica adicional sobre la medición y el gráfico, y la sección de la derecha contiene el panel de navegación.

6.3 Descargar y guardar datos

Conecte el dispositivo indicador a su PC mediante el cable de transferencia (330 00 456) y el adaptador RS-232 - USB (390 00 542). Para descargar los datos, el submenú de salida de datos debe quedar visible en el dispositivo indicador. Seleccione el menú “Salida de datos” (fig. 5.2) en el dispositivo de visualización Canin+ y pulse “START” (inicio). Haga clic en el botón “VistaTransfer” para iniciar el programa de descarga. Se muestra un cuadro de diálogo (véase la figura 6.2).

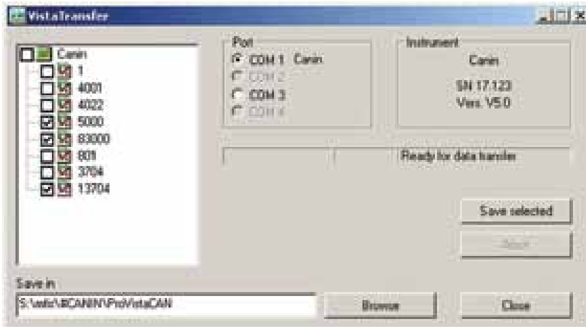


Fig. 6.2: Ventana “VistaTransfer”

Seleccione el puerto COM correspondiente.

Todos los objetos almacenados en el dispositivo indicador aparecen en el campo de la izquierda. Por defecto, los objetos se seleccionan para su descarga, es decir, todas las casillas de verificación contienen una cruz.

Si utiliza un USB conectado a un adaptador de serie, asegúrese de que haya sido asignado un puerto COM entre COM1 y COM4. Los puertos COM superiores no son compatibles.

Si la lista de objetos está vacía, compruebe lo siguiente:

- Que se haya seleccionado el puerto COM correcto.
- Que el cable esté conectado correctamente.
- Que el submenú de salida de datos esté visible en el dispositivo indicador.

Haga clic en las casillas de verificación para seleccionar y deseleccionar las entradas individuales de la lista.

Utilice “Browse” (examinar) para seleccionar la ubicación en la que desea almacenar los datos.

Haga clic en el botón “Save selected” (guardar selección) para iniciar el proceso de descarga. El PC descarga todos los objetos seleccionados y los almacena como archivos en la carpeta seleccionada. Los nombres de los archivos son idénticos a los números de objeto y el tipo de archivo es PVO.

6.4 Renombrar archivos

Puede utilizar el explorador de Windows para renombrar los archivos almacenados. Puede utilizarse cualquier nombre de archivo, pero el tipo de archivo deberá ser siempre PVO.

6.5 Abrir y editar archivos

Haga clic en el botón “Open File” (abrir archivo) en el panel de navegación y seleccione el archivo deseado en la ventana que se muestra.
Los archivos del tipo PVO o BIN son los únicos archivos que Canin ProVista reconoce.
Si el archivo es válido, aparece la ventana que se muestra en la fig. 6.3 para que elija la opción de rotación / reflejo deseada.

Puede ser que no todos los objetos de un emplazamiento se hayan medido en la misma dirección (véase 4.9.3). ProVista permite que esto se corrija. Seleccione la orientación correcta y pulse “OK” (aceptar) otra vez para mostrar el archivo de medición como un mapa de potenciales en la ventana principal (véase la figura 6.4). Si el archivo seleccionado no es válido por algún motivo, aparecerá un cuadro de diálogo de advertencia en pantalla.

Para que sea válido, la cuadrícula establecida en el dispositivo de visualización Canin+ debe ser igual en las direcciones X e Y, p. ej., 150 x 150 mm o 305 x 305 mm (1 x 1 ft).

El dispositivo de visualización Canin+ solo acepta mm como unidad de lon gitud. CANIN ProVista puede convertir y mostrar la escala de longitud en ft.

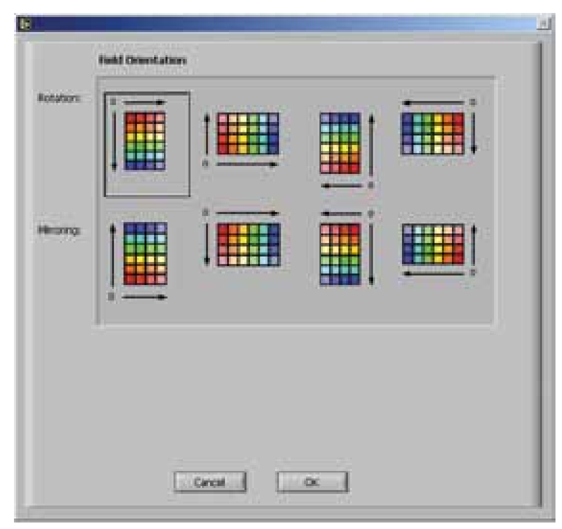


Fig. 6.3: Ventana de selección de la orientación



Fig. 6.4: Mapa de potenciales

En la parte superior de la pantalla, se puede introducir un título, un comentario breve, el nombre del operario y la fecha.

La escala representa el tamaño tanto en metros como en pies (véase 6.6). El pie de la derecha muestra los códigos de color de los valores de medición (en milivoltios) y el número de puntos de medición en cada intervalo. Los tres campos “Xmax”, “Xmin” e “Ymin” permiten al usuario ampliar una área concreta del gráfico.

La sección inferior de la ventana muestra las posiciones de los cursores A y B y el valor mV de su posición actual. Los valores de dirección de la cuadrícula indican la resolución de la medición.

6.6 Configuración

Haga clic en “Configuration” (configuración) para modificar el aspecto y el idioma del mapa de potenciales.

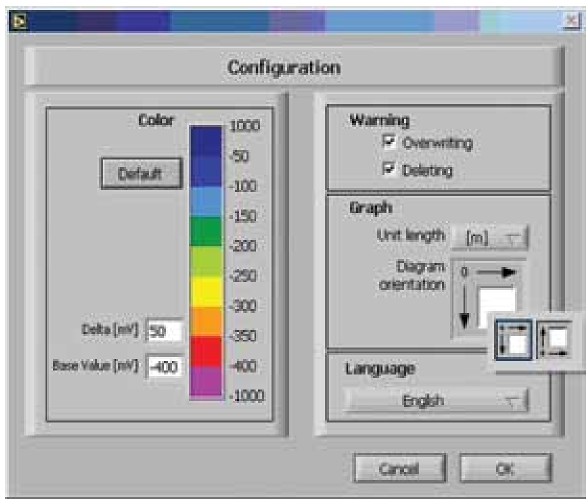


Fig. 6.5: Ventana de configuración

El intervalo de números a los que están asignados los colores se puede cambiar modificando los valores base y delta. El valor base no puede ser inferior a -999, y la combinación de valor base y valor delta puede causar que ningún color represente algo por encima de 1000 mV. Al pulsar “Default” (predeterminado) los valores base y delta pasan a -400 mV y 50 mV respectivamente.

- Hacer clic con el botón izquierdo en un color permite seleccionar ese color para un intervalo concreto.
- Se pueden configurar advertencias antes de sobrescribir o eliminar valores en un gráfico.
- Elija unidades métricas o imperiales para la pantalla con el menú desplegable “Unit length” (unidad de longitud).
- La opción “Diagram Orientation” (orientación del diagrama) permite cambiar el origen del gráfico.
- Seleccione el idioma del programa con el menú desplegable.

6.7 Insertar archivos

Los objetos medidos por separado con la misma resolución de cuadrícula pueden fusionarse para crear un mapa de potenciales completo. Coloque uno de los dos cursores en la posición en la que se añadirá el nuevo archivo. Pulse el botón “Insert File” (insertar archivo) y seleccione el archivo que desea añadir. Si el archivo es válido, la siguiente pantalla (fig. 6.6) permitirá que el archivo se coloque correctamente.

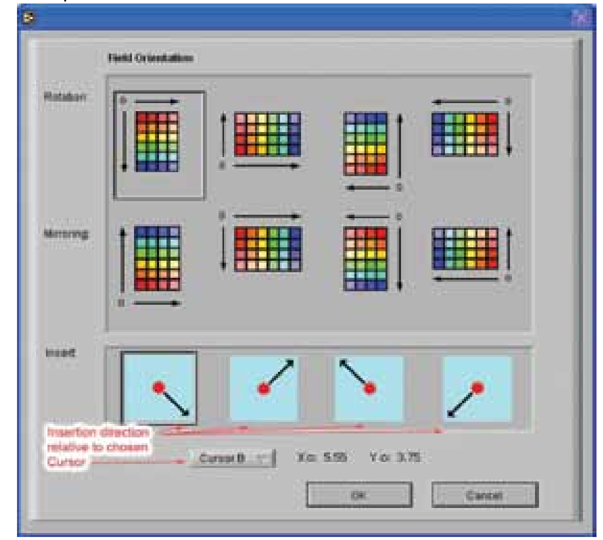


Fig. 6.6: Ventana de inserción

El nuevo archivo se puede girar o reflejar para que su orientación concuerde con el archivo actual. El punto de inserción se define como cursor A o B y, por último, se selecciona la dirección de inserción.

Pulse “OK” (aceptar) para volver al mapa de potenciales actualizado.

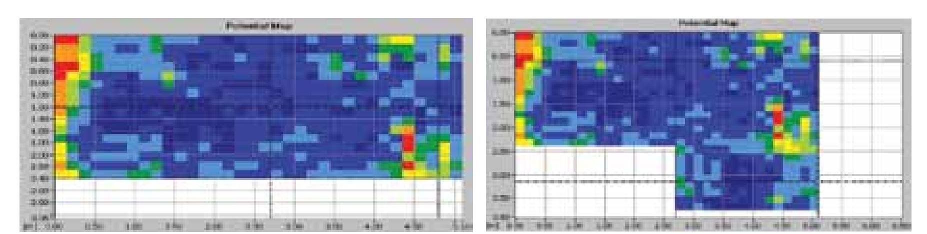


Fig. 6.7: Mapa de potenciales antes y después de la inserción

6.8 Editar

Los valores y las secciones individuales del gráfico de potenciales pueden editarse.

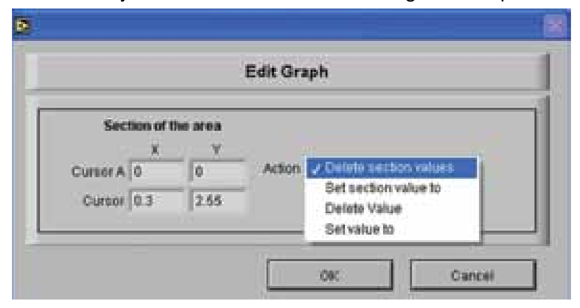


Fig. 6.7: Pantalla de edición de gráficos

Utilice los cursores A y B para seleccionar los valores que desea editar. Pulse “Edit” (editar). Hay cuatro acciones disponibles.

- Elimine los valores del área entre los cursores A y B.
- Establezca un valor específico para los valores del área entre A y B.
- Elimine el valor de la derecha bajo el cursor A.
- Establezca un valor específico para el valor de la derecha bajo el cursor A.

6.9 Funciones adicionales

- “Save File” (guardar archivo) para guardar los cambios.
- “Print View” (vista de impresión) imprime la sección visible en ese momento del mapa o gráfico de potenciales.
- “Print File” (imprimir archivo) imprime el archivo de medición completo, incluidas las áreas que no son visibles en la vista actual del mapa o gráfico de potenciales, haciendo uso de tantas páginas como sean necesarias.
- “Get BMP” (obtener BMP) crea un archivo de imagen BMP de la vista actual del mapa o gráfico de potenciales que se puede exportar a otro software para la elaboración de informes.
- “General View” (vista general) restablece el intervalo del mapa o gráfico de potenciales de forma que todo el gráfico sea de nuevo visible.
- “Undo” (deshacer) permite deshacer las 10 últimas modificaciones e inserciones.

6.10 Frecuencia relativa

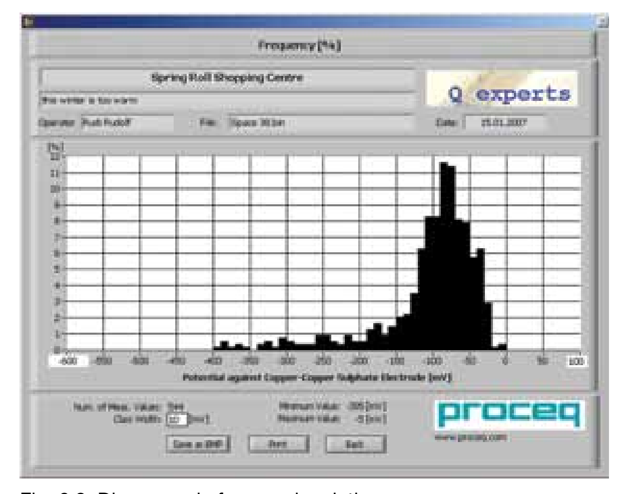


Fig. 6.8: Diagrama de frecuencia relativa

Con la función de frecuencia relativa, se crea un gráfico de barras con los datos de medición (como aparece en la figura 6.8). El ancho de las barras representa el intervalo de medición, mientras que la altura de las barras representa la frecuencia relativa de los puntos de medición dentro de ese intervalo. El intervalo del gráfico puede cambiarse introduciendo los valores mínimos y máximos deseados en los campos correspondientes del eje X. Los límites van de -1000 a +1000 mV. El tipo de ancho también puede cambiarse.

6.11 Frecuencia acumulada

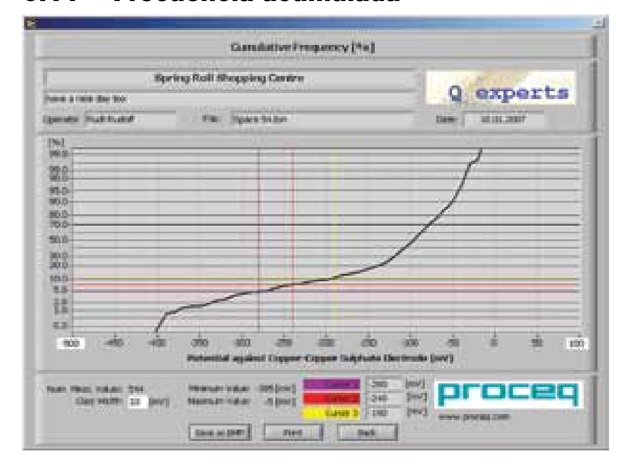


Fig. 6.9: Diagrama de frecuencia acumulada

Tras una evaluación (véase 4.10), el ingeniero de corrosión puede colocar 3 cursores de modo que representen áreas con diferentes grados de corrosión.

Esto determinará la distribución de colores en el gráfico de potenciales.

Es posible sobreponer dos, o incluso los tres cursores, y así reducir el número de divisiones.

La frecuencia acumulada necesita activarse al menos una vez si se abre un archivo nuevo, con el fin de poder visualizar el gráfico de potenciales.

El intervalo del gráfico de frecuencia acumulada puede cambiarse introduciendo los valores mínimos y máximos deseados en los campos correspondientes del eje X. Los límites son -1000 y +1000 mV. El tipo de ancho también puede cambiarse.

6.12 Gráfico de potenciales

Tras haber accedido al gráfico de frecuencia acumulada, el botón “Potential Map” (mapa de potenciales) estará activo. Si hace clic sobre él, la visualización pasa al gráfico de potenciales (véase la fig. 6.10).

Las regiones de cuatro colores del gráfico de potenciales se basan en las posiciones de los tres cursores en el gráfico de frecuencia acumulada.

Las posiciones representan los límites de potencial identificados por el ingeniero como áreas equivalentes, en las que el hormigón se ha rebajado a un cierto grosor debido a tareas de reparación.

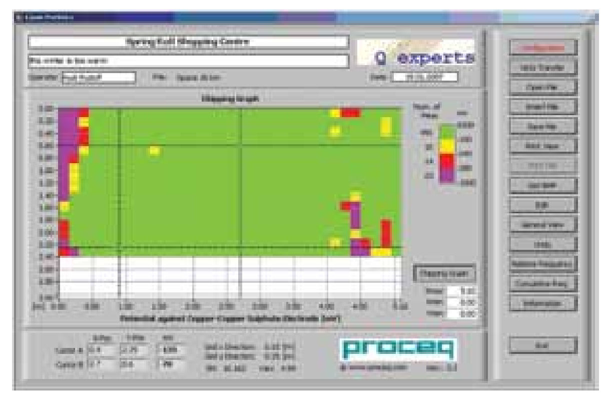


Fig. 6.10: Gráfico de potenciales

6.13 Anotaciones

La información sobre la estructura de hormigón, al igual que el contenido de cloruro medido, grietas u otros defectos, se puede colocar directamente en el mapa o gráfico de potenciales. La información se imprimirá y se mostrará en mapas de bits.

Por defecto, se crean con una flecha que se puede mover para señalar un punto específico del gráfico. Se pueden añadir anotaciones haciendo clic con el botón derecho en el mapa o gráfico de potenciales y seleccionando “Create Annotation” (crear anotación).



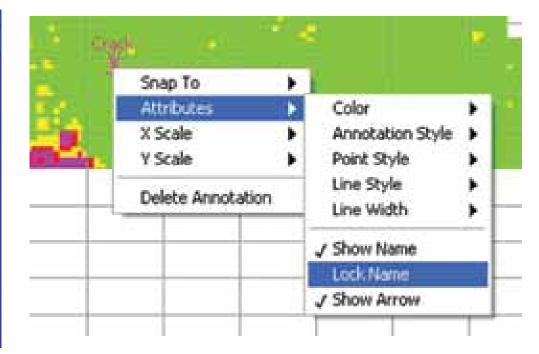


Fig. 6.11: Ventana de anotación

Fig. 6.12: Atributos de anotación

Haga clic con el botón derecho sobre una anotación para seleccionar sus atributos. Si el atributo “Lock Name” (bloquear nombre) no está seleccionado, se puede mover toda la anotación (punto, etiqueta y flecha) haciendo clic con el botón izquierdo en la anotación y arrastrándola. Si el atributo

“Lock Name” (bloquear nombre) está seleccionado, el nombre quedará fijado y solo se podrá mover el punto de anotación con la flecha.

> **Nota:** Deseleccione siempre el atributo “Lock Name” (bloquear nombre) una vez se haya colocado un atributo en la posición correcta y antes de utilizar cualquier función de impresión, BMP o cambio de pantalla (véase la figura 9.16).

> **Nota:** Tras haber añadido anotaciones (véase el apartado “Anotaciones”) en un gráfico, cambiar la longitud de las unidades hará que las anotaciones queden fuera de lugar. Por lo tanto, antes de añadir anotaciones, asegúrese de que el gráfico tenga las unidades deseadas.

Tras añadir anotaciones, se recomienda guardar el archivo. Tanto el tamaño del gráfico como la escala de colores se pueden cambiar. Cuando los cambios en el tamaño del gráfico sean considerables, es posible que la ubicación de la etiqueta con las anotaciones cambie. Para restablecer las anotaciones de forma correcta, el archivo puede volver a abrirse.

No se recomienda que las anotaciones dentro de un archivo se añadan en niveles de tamaño diferentes, p. ej., en niveles ampliados.

7 Medición de la resistividad eléctrica



Fig 7.1: Sonda Wenner de cuatro puntos con placa de control y cable

Las cuatro almohadillas de gomaespuma de la sonda deben humedecerse con agua. Conecte la sonda de resistividad a la interfaz INTERFACE RS 232 C del dispositivo indicador y asegúrese de que el dispositivo está en modo de resistividad (véase 5.3).

Compruebe la configuración del instrumento (véase 5.5).

> **Nota:** La sonda Wenner consume corriente constantemente. Por lo tanto, solo debe conectarse al dispositivo indicador cuando se estén realizando las mediciones.

7.1 Preparación de la superficie de hormigón para la medición

La superficie de hormigón no debe estar cubierta con ningún revestimiento de aislamiento eléctrico y debe estar limpia. La cuadrícula de barras bajo la superficie debe marcarse con la ayuda de un localizador de barras (p. ej., Profometer o Profoscope). La cuadrícula de medición deseada debe marcarse adecuadamente en la superficie y mapearse para los objetos.

7.2 Lectura de la pantalla de visualización



Número de objeto.

Valor medio / valores medidos.

Valor mínimo / valor máximo.

Posición en tabla: valor almacenado en esa posición.

Medición de la resistividad real: proporción del flujo de corriente a través del hormigón respecto a la corriente nominal.

La posición en la que puede almacenarse un valor medido en la tabla puede seleccionarse con las teclas de cursor.

Fig. 7.2: Pantalla de medición de la resistividad

7.3 Medición con la sonda Wenner

Para obtener una lectura fiable, es necesario contar con un buen contacto eléctrico entre las almohadillas de gomaespuma de la sonda de resistividad y la superficie de hormigón.

En la medida de lo posible, las barras de refuerzo no deben encontrarse directamente debajo de la sonda ni deben discurrir paralelas a ella. El procedimiento recomendado es medir las barras en diagonal. P. ej., “RILEM TC154-CEM: ELECTROCHEMICAL TECHNIQUES FOR MEASURING METALLIC CORROSION” (técnicas electroquímicas para la medición de la corrosión metálica) recomienda realizar cinco lecturas en la misma ubicación moviendo la sonda unos milímetros entre cada medición y tomando la media de los cinco valores.

La sonda de prueba bien humedecida debe presionarse ligeramente contra la superficie del hormigón hasta que la lectura sea estable.

El campo “Current” (corriente) (véase la fig. 7.2) controla el flujo de corriente a través del hormigón. Si existe un mal contacto entre los electrodos y el hormigón, o si la conductividad del hormigón es reducida, el flujo de corriente disminuirá. Esto proporciona una indicación de la fiabilidad de la lectura obtenida.

Del 50 al 100 %	La lectura es fiable.
Del 20 al 50 %	Se mostrará en la pantalla “Value not exact” (valor inexacto).
Del 0 al 20 %	La resistencia es de >99 kΩcm o el contacto es muy deficiente.

Una vez que la lectura sea estable, puede guardarse pulsando el botón “STORE” (almacenar). Se guardará en una tabla en la posición indicada en la pantalla (p. ej., G7 en la figura 7.2). La tabla tiene un tamaño máximo de 16 x 16 celdas. La posición en la tabla, en la que se almacena la medición, debe seleccionarse manualmente en la pantalla (fig. 7.2).

Utilice los botones ←→ para seleccionar una letra de la A a la P.

Utilice los botones ↑ ↓ para seleccionar un número del 1 al 16.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	..
1	38	30	27	20	17	14	14	15	25	27	
2	34	29	24	18	12	12	9	6	13	25	
3	32	26	23	15	13			5	11	24	
4	32	28	23	16	13			4			
5	32	28	23	17	13			6			
6	34	29	24	16	14	11	9	7			
7	29	26	25	17	14	13	10	8			
8	28	28	26	20	18	16	14	11			
..											

Fig. 7.3: Tabla para mediciones de resistividad

Cada vez que se almacena una nueva lectura, los valores estadísticos (valor medio, máximo y mínimo) se calculan y se visualizan de nuevo.

Puede eliminarse una lectura existente pulsando el botón “STORE” (almacenar) durante dos segundos.

Puede sobrescribirse una lectura existente seleccionando la posición correspondiente en la tabla y realizando una nueva medición.

La estructura de la tabla se mantiene cuando se transfieren los datos al ordenador, de modo que el usuario pueda generar una representación gráfica en Excel.

i

Nota: Como norma general, según la documentación existente sobre este tema:

Si $\rho \geq 12$ kΩcm	No es probable que exista corrosión.
Si ρ = de 8 a 12 kΩcm	Es posible que exista corrosión.
Si $\rho \leq 8$ kΩcm	Es muy probable que exista corrosión.

8. Transferencia de datos de resistividad eléctrica a un PC (Windows 2000 / XP / Vista)

Se utiliza Windows HyperTerminal para transferir los datos de resistividad a un PC mediante el puerto de la interfaz INTERFACE RS232C.

Preparación del hardware

- Conecte el puerto de serie al PC con el cable de transferencia (n.º de ref. 330 00 456) al puerto RS232 del dispositivo indicador. Si el hardware de su PC no es compatible con los puertos de serie, puede utilizar un adaptador USB (n.º de ref. 390 00 542).

Preparación del PC para la transferencia de datos

- Cree el directorio “C:\PROCEQ”.
- **Windows 2000 / XP** Inicie HyperTerminal desde el menú:
  Inicio / Programas / Accesorios / Comunicaciones / HyperTerminal.
  Si aparecen instalados dos elementos llamados “HyperTerminal”, ejecute el icono de PC / teléfono y elija “Hypertrm”.
  Vaya a “Settings” (configuración).
- **Windows Vista** Instale HyperTerminal desde Internet:
  Si su sistema operativo no incluye una aplicación HyperTerminal, puede descargársela de www.hilgraeve.com e instalarla.
  Vaya a “Settings” (configuración).

- **Configuración**
  - No instale un módem. Cancele con “No”.
  - Introduzca “PROCEQ” y elija un icono. Confirme con “OK” (aceptar).
  - Seleccione la línea “Connect using e.g. Com1” (conecte utilizando, p. ej., Com1). Confirme con “OK” (aceptar).
  - Cambie los datos predeterminados a:

Bits por segundo:	9600
Bits de datos:	8
Paridad:	ninguna
Bits de parada:	1
Control de flujo:	Xon / Xoff Confirme con “OK” (aceptar).

  - Compruebe si pueden obtenerse saltos de línea:
    Abra “archivo / propiedades / configuración / configuración ASCII” y active la casilla de verificación.
    “Append line feeds to incoming line ends” (agregar saltos de línea al final de cada línea). Confirme dos veces con “OK” (aceptar).
  - Seleccione “transfer / capture text” (transferir / obtener texto) en el menú e introduzca la ruta completa del nuevo archivo, p. ej., C:\PROCEQ\Data.txt en el cuadro de diálogo. Confirme con “Start” (iniciar).

Inicio de transferencia

- Encienda el dispositivo indicador.
- Pulse “MENU” (menú) y seleccione “Data Output” (salida de datos).
- Seleccione “Data to PC” (datos al PC), como se describe en las instrucciones de uso del instrumento.
- Inicie pulsando el botón “START” (inicio).

Almacenamiento de datos en el ordenador

- Elija en el menú “Transfer / capture text / stop” (transferir / obtener texto / detener).

Los datos están almacenados en el archivo Data.txt y están listos para su procesamiento ulterior.

Guardar la configuración de HyperTerminal

- Seleccione “File / Exit” (archivo / salir) en el menú.
- Responda a la pregunta “You are currently connected, you want to disconnect now?” (En estos momentos, está conectado. ¿Desea desconectarse?) pulsando “Yes” (sí).
- Responda a la pregunta “Do you want to save the connection named PROCEQ?” (¿Desea guardar la conexión PROCEQ?) pulsando “Yes” (sí).

Visualización y procesamiento de los datos

El archivo de texto “Data.txt” en la carpeta “C:PROCEQ” puede visualizarse con cualquier editor de texto o programa de procesamiento de texto. Para editar y procesar los datos, recomendamos utilizar MS Excel.

9 Especificaciones técnicas

Generalidades	
Intervalo de temperatura:	De 0 a 60 °C
Pantalla:	Pantalla gráfica LCD de 128 x 128 píxeles con retroiluminación
Impedancia:	10 MΩ
Memoria:	Memoria no volátil para el almacenamiento simultáneo de hasta 235 000 mediciones de potencial (980 páginas con 240 mediciones cada una, organizadas en hasta 71 objetos) y 5800 mediciones de resistividad (24 archivos o tablas de objetos con 256 mediciones cada uno)
Salida de datos:	Interfaz RS 232, con adaptador USB
Funcionamiento con pilas:	Seis pilas LR 6 de 1,5 V para hasta:
	- 60 horas (o 30 horas, si la retroiluminación está activada) durante la medición del potencial
	- 40 horas (o 20 horas, si la retroiluminación está activada) durante la medición de la resistividad
Dimensiones de la carcasa:	580 x 480 x 210 mm (22,8 x 18,9 x 8,3 in)
Peso:	Neto: 10,6 kg (23,5 lb); de transporte: 14 kg (31,1 lb) (con electrodos de barra y de una rueda, así como con sonda Wenner)
Medición del potencial	
Intervalo de medición:	de -999 mV a +340 mV
Resolución:	1 mV
Electrodos:	Electrodo de barra (cobre / sulfato de cobre)
	Sistemas de electrodos de 1 o 4 ruedas (cobre / sulfato de cobre) con mango telescópico, medición de trayectoria integrada y contenedor de agua
Transferencia de datos:	Software CANIN ProVista para descargar datos y evaluarlos en el PC
Medición de la resistividad	
Intervalo de medición:	De 0 a 99 kΩcm
Resolución:	1 kΩcm
Sonda de resistividad:	Sonda de resistividad con sistema electrónico integrado para la medición de la resistividad específica mediante el método de cuatro puntos
Corriente nominal:	180 µA
Frecuencia:	72 Hz
Transferencia de datos:	Por Windows HyperTerminal para el análisis con otro software (p. ej., Excel)

9.1 Información técnica del software CANIN ProVista

Requisitos del sistema: Windows 2000, Windows XP, Windows Vista

9.2 Estándares y normas aplicados

- BS 1881, parte 201 — Reino Unido
- UNI 10174 — Italia
- DGZfP B3 — Alemania
- SIA 2006 — Suiza
- RILEM TC 154-CEM — Internacional
- ASTM C876-91 — EE. UU.

CE

10 Números de referencia y accesorios

10.1 Unidades completas

N.º de ref.	Descripción
330 00 201	**Canin⁺ Configuración con electrodo de barra** **Equipo básico** Dispositivo indicador Canin⁺,correa de transporte, funda protectora para el dispositivo indicador, cable de transferencia, adaptador de serie USB, instrucciones de uso y maletín de transporte Canin⁺ **Accesorios para el electrodo de barra** Electrodo de barra con piezas de repuesto, cable de electrodo de 1,5 m (4,9 ft), bobina de cable de 25 m (82 ft), software CANIN ProVista para PC en memoria USB, frasco con 250 g de sulfato de cobre
330 00 205	**Canin⁺ Configuración con electrodos de barra y rueda** **Equipo básico (véase la referencia 330 00 201)** **Accesorios para el electrodo de barra (véase la referencia 330 00 201)** **Accesorios para el electrodo de rueda** Sistema de electrodo de una sola rueda, juego de herramientas para el sistema de electrodo de rueda, frasco con 250 g de ácido cítrico
330 00 203	**Canin⁺ con sonda Wenner** **Equipo básico (véase la referencia 330 00 201)** **Accesorios para la sonda Wenner** Sonda de resistencia Wenner con almohadillas de caucho poroso de repuesto, cable para la sonda Wenner, placa de control de la sonda Wenner
330 00 206	**Canin⁺ Configuración combinada con electrodos de barra y de rueda y sonda Wenner** **Equipo básico** (véase la referencia 330 00 201) **Accesorios para el electrodo de barra** (véase la referencia 330 00 201) **Accesorios para el electrodo de rueda** (véase la referencia 330 00 205) **Accesorios para la sonda Wenner** (véase la referencia 330 00 203)

10.2 Accesorios

330 00 259	Electrodo de barra Canin⁺ (cobre / sulfato de cobre)
330 00 322	Extensión telescópica para electrodo de barra con 3 m de cable
330 01 001	Electrodo de una rueda Canin⁺
330 01 004	Electrodo de cuatro ruedas Canin⁺
330 00 286	Bobina de cable, l = 25 m (82 ft), con abrazadera (necesaria para las mediciones de potencial)
330 00 320	Aro de fieltro para electrodo de rueda Canin⁺
380 02 520	Sonda Wenner Canin⁺ con cable
380 04 250	Bloque de prueba para sonda de resistencia
330 01 224	Junta tórica, 120 x 5 mm
330 00 285	Sulfato de cobre, 250 g
330 00 290	Ácido cítrico, 250 g
330 00 470	Funda protectora para el instrumento de visualización
330 01 225	Sujetacables para la extensión telescópica
380 02 508 S	Almohadilla de gomaespuma para sonda de resistencia, conjunto de cuatro unidades.

11 Mantenimiento y asistencia técnica

11.1 Comprobación funcional de los electrodos

Se puede comprobar el funcionamiento correcto mediante un electrodo de referencia.

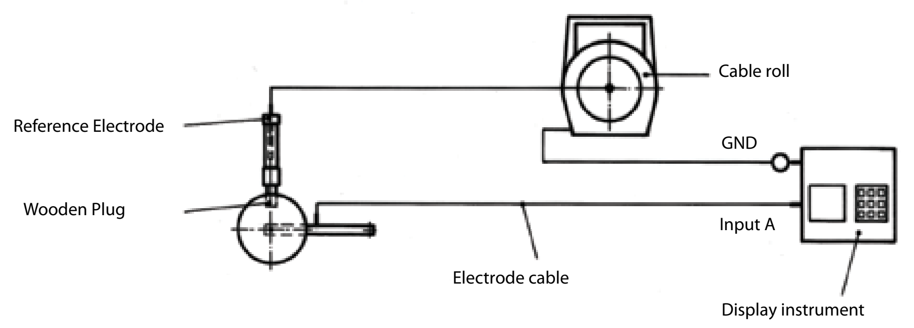


Fig. 11.1: Configuración del control funcional

La figura 11.1 muestra un electrodo de rueda siendo controlado. El electrodo de barra se utiliza como electrodo de referencia, y el potencial de los dos electrodos se cancela mutuamente. Para un funcionamiento correcto, deben observarse los valores de tolerancia indicados a continuación.

Valores de tolerancia:

Electrodo de referencia con electrodo de barra	0 ± 5 mV
Electrodo de referencia con electrodo de rueda	0 + 20 mV

Si el electrodo está fuera de las tolerancias, límpielo como se describe a continuación y vuelva a realizar la prueba funcional.

11.2 Mantenimiento del electrodo de barra

- Desatornille las dos capuchas, lávelas con agua y limpie cuidadosamente el interior del tubo.
- Limpie la barra de cobre con papel de lija.
- Vuelva a llenar el electrodo con sulfato de cobre (véase el apartado 3.1).



¡Precaución!: Al manipular sulfato de cobre, respete las instrucciones de seguridad detalladas en el embalaje.

11.3 Mantenimiento del electrodo de rueda

- Extraiga los aros de fieltro y lávelos con agua tibia.
- Extraiga el tornillo de llenado de plástico-y vierta la solución de sulfato de cobre en un recipiente (puede reutilizarse).
- Enjuáguelo varias veces con agua.
- Disuelva una parte de ácido cítrico en diez partes de agua caliente y llene la rueda hasta la mitad. Vuelva a colocar el tornillo de llenado.
- Déjelo así durante 6 horas agitándolo de vez en cuando.
- Extraiga la solución de ácido cítrico (no se requiere un procedimiento especial para su eliminación) y enjuáguelo varias veces con agua.
- Vuelva a llenar el electrodo con la solución de sulfato de cobre (véase 3.1).
- Vuelva a colocar los aros de fieltro. El conector de los aros de fieltro debe situarse entre la boquilla humedecedora y el tapón de madera del electrodo de rueda.
- Cuando no esté utilizándolo, guarde el electrodo de rueda con el tapón de madera dirigido hacia arriba.

11.4 Comprobación funcional de la sonda de resistividad

(véase el apartado 5.5) Asegúrese de que la constante del dispositivo que aparece en el dispositivo indicador se corresponde con el código grabado en la sonda.

- Humedezca las cuatro almohadillas de caucho poroso con agua.
- Conecte la sonda a la interfaz RS232 del dispositivo indicador.
- Enciéndalo. En caso necesario, cambie al modo “Wenner” (véase 5.3).
- Coloque las cuatro almohadillas de gomaespuma sobre los cuatro puntos de la placa de prueba.
- En la ventana “actual” (real), aparece la lectura (p. ej., $\rho = 12 \pm 1$ kΩcm). El valor debe coincidir con el que se menciona en la placa de prueba.

Si el valor está fuera de las tolerancias, debe devolver el instrumento a Proceq para su recalibración.

11.5 Asistencia técnica

En Proceq, nos comprometemos a ofrecer una asistencia completa para este instrumento a través de nuestras instalaciones de servicio técnico repartidas por todo el mundo. Se recomienda que el usuario registre el producto en www.proceq.com para recibir información útil sobre las actualizaciones disponibles y otros datos de interés.

11.6 Garantía estándar y garantía ampliada

La garantía estándar cubre el sistema electrónico del instrumento durante 24 meses y la mecánica durante 6.

Se puede adquirir una garantía ampliada por uno, dos o tres años para el sistema electrónico del instrumento en el plazo de 90 días tras la fecha de compra.


ISO
9001
proceq